

Centinela de Tormentas Severas y Huracanes

[Hurricane and Severe Storm Sentinel (HS3)]

Resumen de la Campaña 2013

Dr. Scott A. Braun, Investigador Principal (PI) de HS3

Dr. Paul A. Newman, HS3 Co-Investigador Principal de HS3 (dPI)

NASA Goddard Space Flight Center

Greenbelt, MD 20771

9 de Diciembre, 2013



1.0 Introducción

Cerca de 100 millones de Americanos viven a menos de 50 millas de alguna zona costera – expuestos a posibles destrucciones causadas por huracanes que llegan a tierra, tal como sucedió en el otoño del 2012 cuando el Huracán Sandy golpeó la costa Este de los EEUU. A pesar de que los pronósticos de trayectoria de huracanes han mejorado mucho en los últimos 30 años, mejoras en el pronóstico de la intensidad de huracanes no están al mismo nivel, principalmente debido al poco entendimiento de los procesos que generan cambios en intensidad. La misión HS3 está diseñada para responder a preguntas básicas para avanzar este asunto:

- ¿Que impacto tiene el ambiente a larga escala, particularmente la Capa de Aire Sahariana (SAL, por sus siglas en inglés), en los cambios de intensidad de los huracanes?
- ¿Cuales son las funciones de los procesos internos de las tormentas, tales como las torres convectivas?
- ¿Hasta que punto son predecibles estos procesos de intensificación?

HS3 incluye tres desplazamientos de la aeronave no tripulada (UAS) Global Hawk de la NASA a las Instalaciones de Vuelo de la NASA (WFF, por sus siglas en inglés, Wallops Flight Facility) ubicada en las costas del estado de Virginia durante las temporadas de huracanes de los años 2012, 2013, y 2014 utilizando un equipamiento único para poder confrontar estas incógnitas. WFF provee fácil acceso a tormentas sobre el Atlántico, el Golfo de México, y el Caribe. El Global Hawk AV1, (AV1, por sus siglas en inglés: vehículo aéreo 1; de aquí en adelante referido como AV1) lleva a bordo equipo científico “sobre-tormenta,” mientras que el Global Hawk AV6 (vehículo aéreo 6, AV6) lleva a bordo equipo científico “ambiental.”

El **GH-AV6 Ambiental** lleva a bordo tres instrumentos para estudiar las tormentas y su **ambiente** y capas de flujo de salida. Estos instrumentos son:

1. La sonda interferómetro de escaneo de alta resolución (S-HIS por sus siglas en inglés, scanning High-resolution Interferometer Sounder).
2. El sistema avanzado de caracterización vertical (AVAPS por sus siglas en inglés, Advanced Vertical Atmospheric Profiling System; en sí una radiosonda con paracaídas).
3. Lidar de Física de nubes (CPL, por sus siglas en inglés, Cloud Physics Lidar.)

Entre todos ellos proveen mediciones de la estructura vertical de temperatura, humedad relativa, vientos, polvo Sahariano, y nubes.

A bordo del **GH-AV1 Sobre-Tormenta** se encuentran:

1. Un instrumento aéreo de imágenes que también caracteriza los vientos y lluvia desde gran altura (HIWRAP, por sus siglas en inglés, High-Altitude Imaging Wind

and Rain Airborne Profiler). Este utiliza un radar tipo Doppler que escanea de manera cónica, proveyendo campos tridimensionales de precipitación y vientos.

2. Un radiómetro y generador de imágenes de huracanes (HIRAD, por sus siglas en inglés, Hurricane Imaging Radiometer) mide lluvia y velocidad de vientos en la superficie.
3. La sonda radiómetro de circuito integrado monolítico microondas de altura (HAMSR, por sus siglas en inglés, High-Altitude Monolithic Microwave Integrated Circuit Sounding Radiometer). HAMSR provee mediciones de temperatura, vapor de agua, caracterizaciones verticales de agua líquida, cantidad y proporciones de agua para posible precipitación, temperaturas de la superficie marina, y perfiles verticales de precipitación.

Detalles sobre la misión, aeronave, e instrumentos están disponibles en la página de internet de HS3: <https://espo.nasa.gov/missions/hs3> . Allí se encuentran enlaces a datos de la campaña 2012. Los datos de la campaña 2013 estarán disponible alrededor de Febrero o Marzo del 2014. El acceso a toda la información y datos es libre.

2.0 Actividades de Ciclones Tropicales en el Atlántico, 2013

La campaña HS3 2013 se lleva a cabo entre el 20 de Agosto y el 23 de Setiembre de ese año. A pesar de que esta temporada de huracanes originara 13 ciclones tropicales, solo se producen dos huracanes con intensidad de Categoría 1. El número más bajo en las tres últimas décadas, con una energía de ciclones acumulada para la temporada de solamente el 30% de lo normal. De los trece ciclones tropicales, solamente cuatro ocurren durante la campaña de HS3 (Fernand, Humberto, Gabrielle, e Ingrid). Fernand es bastante corto y sucede en el extremo suroeste de la Bahía de Campeche. Humberto se forma en las costas del África, se traslada lentamente hacia el oeste, y antes de llegar a las longitudes 30°W gira hacia el norte sobre aguas mas frías y finalmente se disipa. Más tarde vuelve a reintegrarse en una tormenta tropical débil para luego llegar a convertirse en extra-tropical. El huracán Ingrid se forma en el suroeste del Golfo de México dirigiéndose hacia el norte antes de virar al oeste hacia México. Otra de las pocas depresiones tropicales de interés es Invest 95L en el suroeste del Golfo de México la cual, durante el vuelo, tuvo un 70% de posibilidades de convertirse en un ciclón tropical pero no llega a desarrollarse.

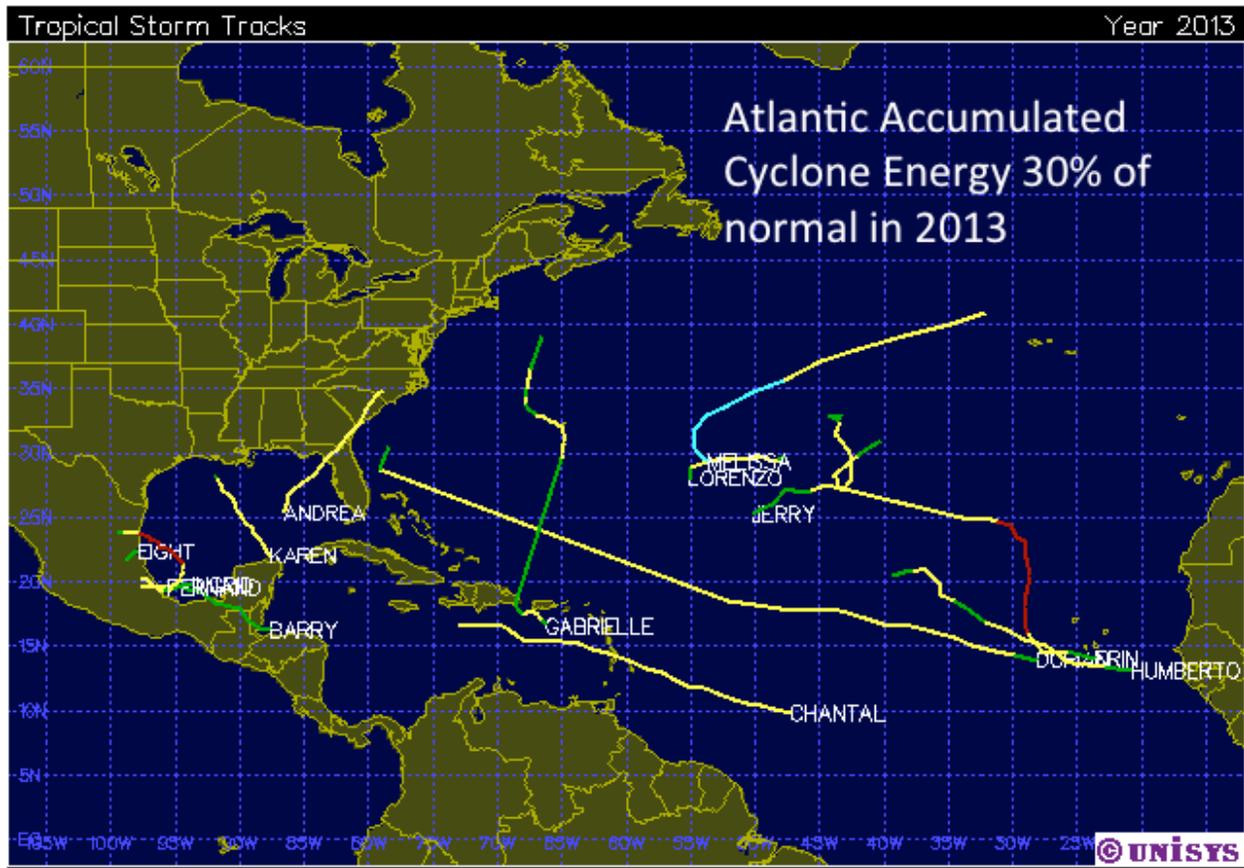


Fig. 2-1. Trayectorias de tormentas en el Atlántico, 2013. En ocasiones en que las tormentas se disipan para luego volver a reintegrarse (Dorian, Gabrielle, Humberto), los segmentos activos se muestran conectados por una línea recta dando la apariencia de una trayectoria recta.

3.0 Resúmenes de Vuelos

3.1 Descripción

Durante la campaña 2013, HS3 lleva a cabo siete vuelos del GH ambiental (AV6) y dos del GH sobre-tormenta (AV1). El primer vuelo (Agosto 20-21, AV6) es sobre los restos de la tormenta tropical Erin, la cual se había disipado dos días antes del vuelo. El sistema de radiosondas con paracaídas falla y se apaga al poco tiempo de haber llegado al puesto de interés; sin embargo, S-HIS y CPL obtienen datos del movimiento de un gran brote de una capa de aire del Sahara (SAL) sobre restos a nivel bajo de Erin. Los próximos cuatro vuelos (tres con AV6, y uno con AV1) se realizan del 29 de Agosto al 8 de Septiembre examinando a Gabrielle, desde que aparece como perturbación tropical, su transformación en tormenta tropical y posteriormente su potencial para volverse a re-desarrollar. La misión del AV1 el 15-16 de Setiembre consiguió dos vuelos sobre el huracán Ingrid en el Golfo de México, pero tiene que abortar la misión y regresar a la base debido a bajas temperaturas del combustible. El vuelo del AV6 del 16-17 de Septiembre, estudia la reformación de la tormenta tropical Humberto, revelando una estructura híbrida tropical/Extra-tropical. El último vuelo de investigación, Septiembre 19-20, la realiza el AV6 examinando el potencial de génesis de una perturbación (Invest 95L) en el Golfo de México. Al final, la tormenta no

se desarrolla pero los datos deberán proveer valiosa información sobre los factores que previnieron tal génesis.

Tabla 3-1. Resumen de los vuelos de investigación de HS3, 2013. Colores indican grupos de vuelos. *Azul*: capa de aire del Sahara (SAL); *verde claro*: Gabrielle; *Lila, azul, y anaranjado*: Ingrid, Humberto, e Invest 95L.

| Fecha | Aeronave | Tormenta | Descripción |
|--------------|----------|-------------------|--|
| Agosto 20-21 | AV-6 | Ex-Erin/SAL | Muestreo ambiental de rastros bajos de las masas de aire de Erin y las capas de aire del Sahara (SAL). |
| Agosto 24-25 | AV-6 | SAL | Vuelo SAL en perturbaciones africanas de ondas débiles. |
| Agosto 29-30 | AV-6 | Pre-Gabrielle/SAL | Onda africana Pre-Gabrielle con aire de SAL. |
| Sept. 3-4 | AV-1 | Pre-Gabrielle | Mediciones de estructuras convectivas en perturbaciones Pre-Gabrielle y otras perturbaciones convectivas cercanas. |
| Sept. 4-5 | AV-6 | TS Gabrielle | Muestreo ambiental de la tormenta tropical Gabrielle y otras perturbaciones convectivas cercanas. |
| Sept. 7-8 | AV-6 | Ex-Gabrielle | Posible re-desarrollo de la casi-extinta tormenta Gabrielle. |
| Sept. 10 | AV-1 | TS Gabrielle | Estructuras convectivas de Gabrielle. Vuelo abortado debido a fallo de unidad de navegación. |
| Sept. 15-16 | AV-1 | Huracán Ingrid | Mediciones de viento y precipitación del huracán Ingrid. Vuelo acortado por problemas de baja temperatura del combustible. |
| Sept. 16-17 | AV-6 | TS Humberto | Re-desarrollo de la TS Humberto. Se observó una estructura híbrida tipo cálido a bajo nivel y fría a alto nivel. |
| Sept. 17 | AV-1 | TS Humberto | Estructuras convectivas de Humberto. Vuelo abortado debido a otro fallo de unidad de navegación. |
| Sept. 19-20 | AV-6 | Invest 95L | Mediciones ambientales de Invest 95L. Pese a buena humedad y circulación baja, no se convirtió en una depresión tropical. |

3.2 Tramos Sobre las Capas de Aire Saharianas

En Agosto, la tormenta tropical Erin se disipa a solo días antes de nuestra primera oportunidad de vuelo. Teniendo una baja probabilidad de actividad tropical durante la primera semana de operaciones, HS3 se concentra en objetivos secundarios relacionados a las capas de aire saharianos (SAL). La Fig. 3-1 muestra las trayectorias SAL. El primer vuelo, Agosto 20-21, observa un brote de aire sahariano pasando sobre los residuos de la tormenta tropical Erin. El segundo vuelo, en Agosto 24-25, investiga un brote significativo de arena y polvo asociados con una sistema tropical débil. Las secciones a continuación presentan un resumen de estos vuelos.

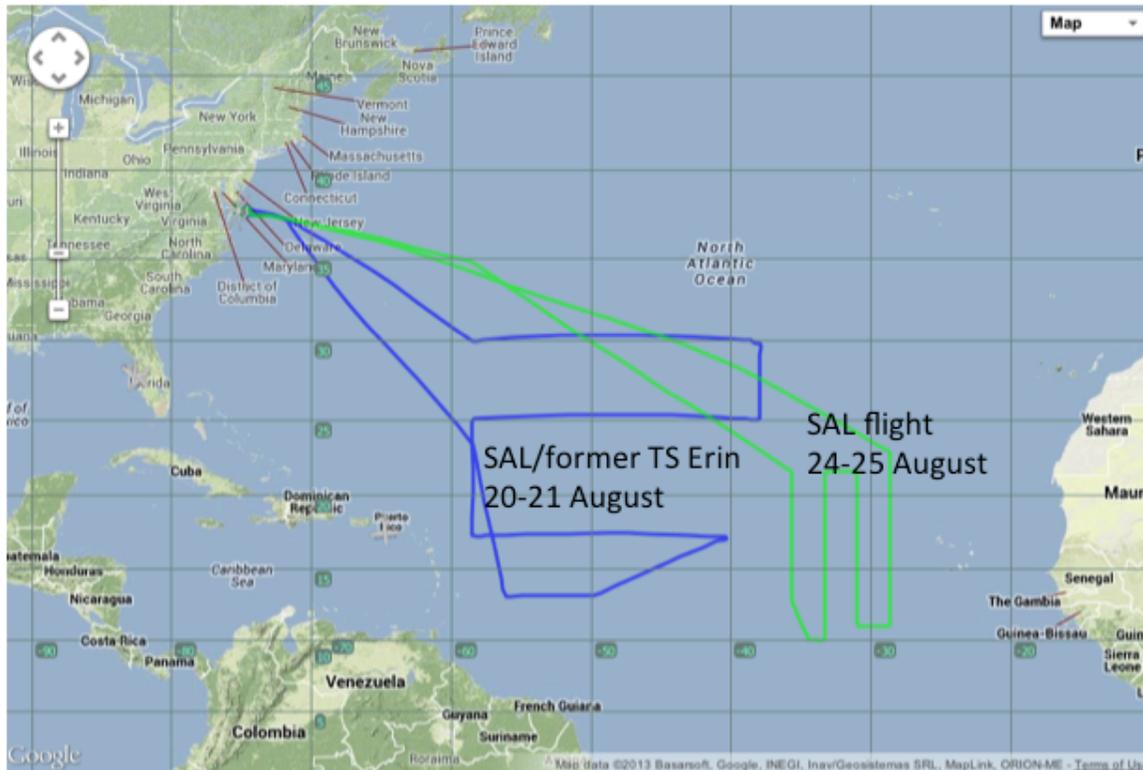
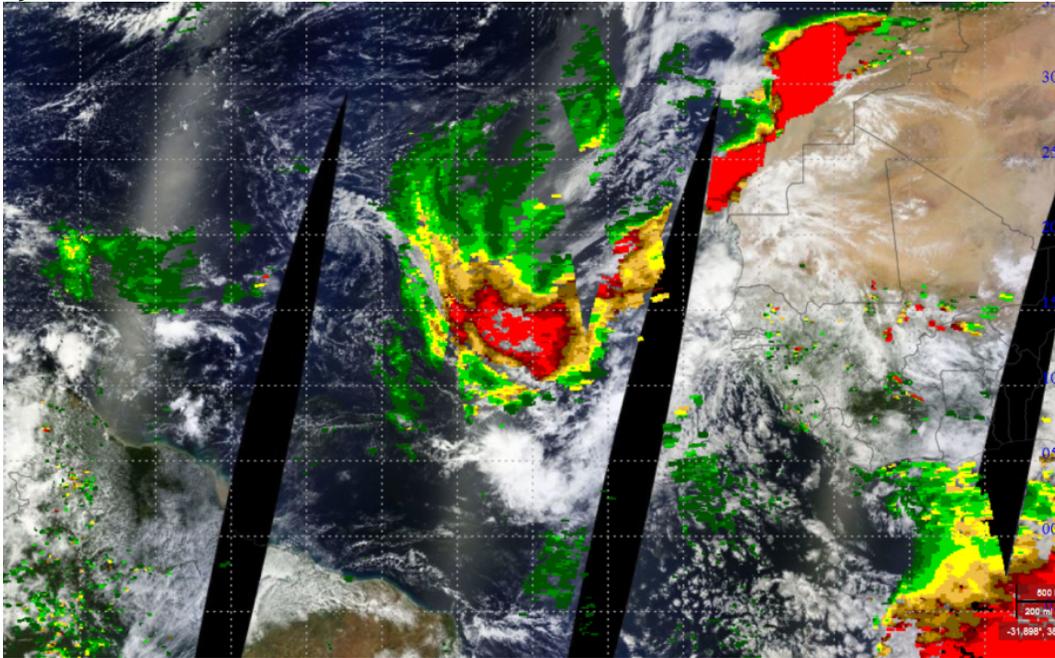


Fig. 3-1. Vuelos del Global Hawk Ambiental (AV-6) Agosto 20-21 y Agosto 24-25 investigan brotes de las capas de aire Saharianas (SAL).

3.2.1 Agosto 20-21

El objetivo de este vuelo es examinar los restos de la tormenta tropical Erin y la vanguardia de un significativo brote de polvo (Fig. 3-2a). La trayectoria planeada originalmente (la cual se modifica durante el vuelo) esta sobrepuesta al pronostico de polvo del GEOS-5 (00Z 20 AGOSTO, pronóstico 10-hr, válido a las 10Z 20 Agosto) en Fig. 3-2b. El objetivo de este vuelo es muestrear la estructura vertical del ambiente dejado en los restos de Erin, así como también, estudiar la vanguardia de una oleada de la capa de aire sahariانا. Para ello se realizan trayectorias casi perpendiculares al “frente” de SAL. Los restos de Erin, compuestos en su mayoría de nubes bajas, pueden ser observados delante y sobre el extremo norte de la pluma de polvo (Fig. 3-2a). Durante el vuelo, después de 15 lanzamientos, la potencia de las radiosondas en paracaídas (AVAPS) fallan debido a un relé en el panel de interfaz de usuario. Como resultado, no se realizan mas sondeos después de las trayectorias de norte a sur las cuales sucedieron después del primer tramo de este a oeste; incluyendo importantes cruces de trayectoria sobre los restos de Erin.

a)



b)

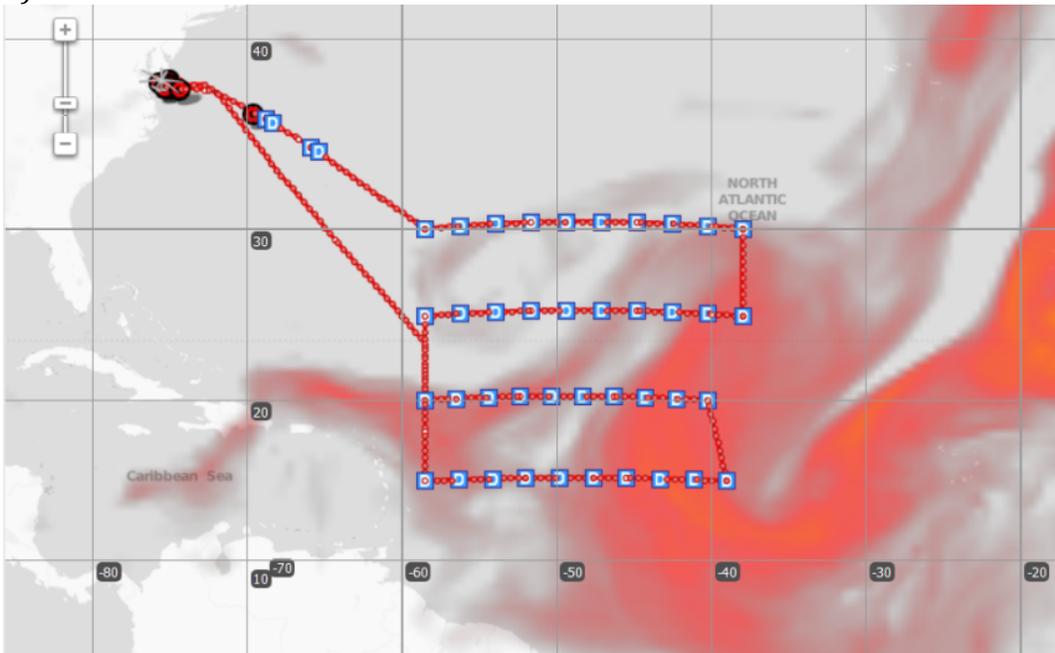


Fig. 3-2. (a) Nubes y profundidad óptica de aerosoles de Agosto 20. Nubes bajas provenientes de los restos de la tormenta tropical Erin se ven al borde noroeste del polvo (mostrado en color). (b) Pronostico GEOS-5 de profundidad óptica de aerosoles (color rojo) y la trayectoria de vuelo inicial de AV-6 (antes del despegue.)

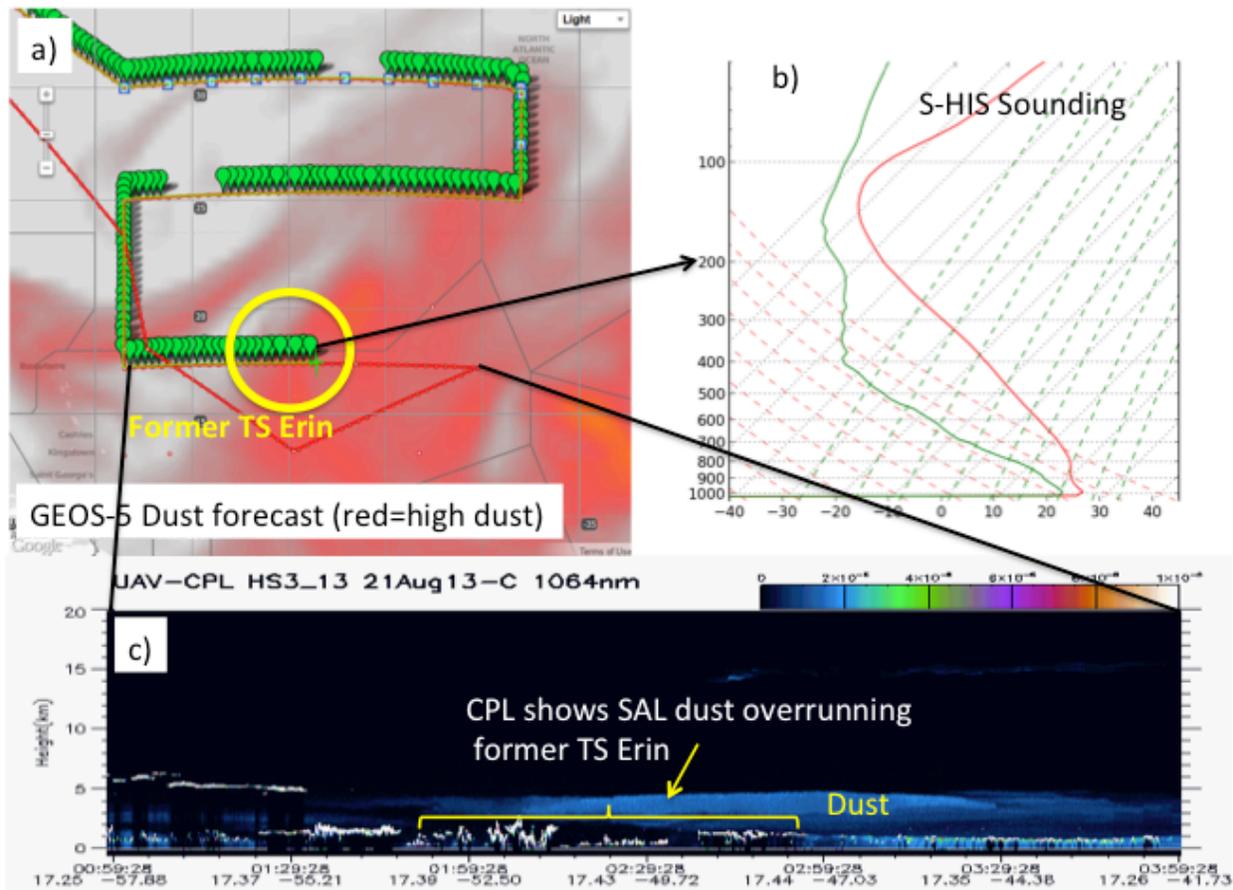


Fig. 3-3. (a) Pronóstico de polvo de GEOS-5 y trayectoria actual de vuelo de AV-6. Los iconos verdes representan los lugares donde se obtienen mediciones de temperatura y humedad en tiempo real por S-HIS. El círculo amarillo indica la ubicación aproximada de los restos de la tormenta tropical Erin. (b) Gráfico del instrumento S-HIS de la oblicuidad-T, log-p en tiempo real. (c) Retro-dispersión de CPL mostrando el polvo Sahariano sobre los restos de la tormenta tropical Erin.

Ejemplos de datos del tramo que sobrevuela los restos de Erin se muestran en la Fig. 3-3. La trayectoria es modificada durante el tercer tramo este-oeste para cruzar sobre el centro aproximado de Erin (Fig. 3-3a). La Fig. 3-3b muestra un sondeo del centro aproximado de Erin en tiempo real, obtenido con el instrumento S-HIS. Allí se puede apreciar aire muy seco desde los 800hPa a los 200hPa asociados a la masa de aire sahariana en el nivel bajo y aire seco en remisión en el nivel alto, con una inversión fuerte cerca al fondo de esta capa. La Fig. 3-3c -datos de CPL- muestra nubes asociadas a los vestigios de Erin a bajo nivel (color blanco) siendo sobrepasados por el polvo sahariano (color azul). Esta capa de polvo es mas gruesa hacia el este y sobre la parte oriental de Erin, haciéndose mas delgada hacia el lado oeste. A pesar de que el aire seco y estable de la capa de aire sahariana limita el grado de verticalidad de las nubes asociadas a Erin, el hecho de que el aire Sahariano se mueva tan fácilmente sobre Erin atesta a la pre-condición débil y superficial de Erin.

3.2.2 Agosto 24-25

El objetivo de este vuelo es estudiar otro brote grande de SAL y un sistema tropical asociado moviéndose del África en dirección oeste. La convección en la oleada de aire se agota poco después de alejarse de la costa, sin anticiparse mayor desarrollo. Aun así, se toman mediciones en detalle de la estructura de SAL. El vuelo consiste en un patrón de vuelo en zig-zag con 4 tramos orientados de norte a sur. Muestras de los datos a 800hPa son superpuestas a la imagen GOES SAL en la Fig. 3-5. Vientos registrados por las radiosondas se muestran fuertes del Este en el borde Sur de SAL y vientos más débiles aun, del Este y Sur, sugiriendo una circulación de ciclón débil. Datos de temperatura y humedad muestran aire muy caliente y seco envolviendo sobre los lados norte y oeste del sistema; mientras que vientos más fríos y húmedos envuelven los lados sur y este. Datos de CPL de los 3 primeros vuelos, incluyendo anomalías en temperatura, se muestran en la Fig. 3-5c. La transición de norte a sur de aire con polvo a aire sin polvo es aparente en los 3 tramos, pero hay una gran variabilidad en las estructuras de capas de polvo entre esos mismos 3 tramos. Por ejemplo, el 2do tramo sugiere dos capas de polvo distintas, una a mitad del recorrido en donde la parte superior desciende rápidamente hacia el norte, y la otra mas difusa localizada al norte de esta. Anomalías de temperatura, definidas como la desviación con el promedio de cada uno de los tramos, indican un aire muy cálido -típico en las capas de polvo- pero con aire frío cerca de la parte superior de la capa y extendiéndose bastante hacia arriba. Los datos de temperatura sugieren un núcleo frío bajo sobre la capa de polvo.

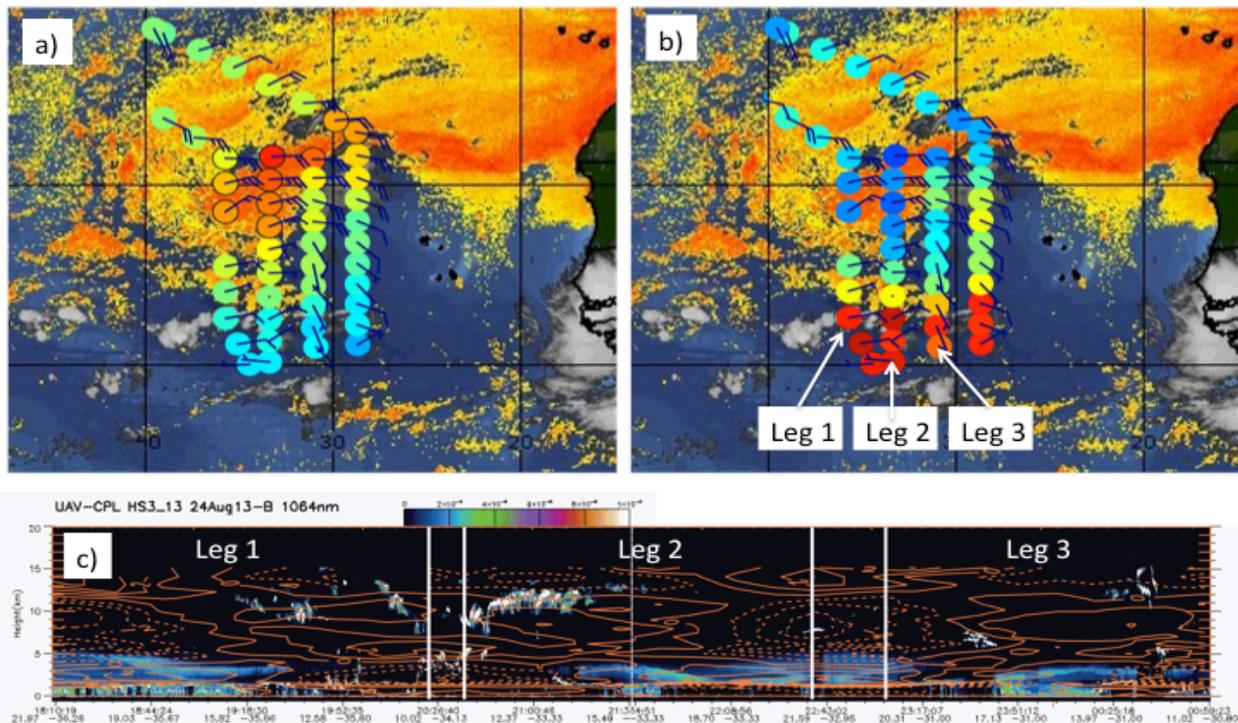


Fig. 3-5. Radiosonda (a) temperatura y (b) humedad relativa y barbas de vientos a 800hPa superpuestas en una imagen GOES SAL. (c) Retrodispersión CPL indica nubes y aerosoles en los 3 primeros tramos. Contornos naranjas muestran anomalías de temperatura; líneas solidas indican valores positivos, líneas cortadas indican valores negativos. Anomalías de temperatura se definen de acuerdo a la desviación del promedio con cada uno de los tramos.

3.3 Tormenta Tropical Gabrielle

Entre Agosto 29 y Septiembre 8, se realizan cuatro vuelos (tres ambientales y uno sobre-tormenta) a la perturbación que luego se convierte en la tormenta tropical Gabrielle (Fig. 3-6). El primer vuelo ambiental (Agosto 29-30) se enfoca en la perturbación inicial débil y su interacción con la capa de aire sahariana. El segundo vuelo, Septiembre 3-4, es el primer vuelo sobre-tormenta de HS3 y se enfoca en la estructura y organización de la convección cuando la tormenta aproxima su génesis. El vuelo ambiental de Septiembre 4-5 muestrea la tormenta Gabrielle y su medio ambiente al poco tiempo de haberse formado. Pero debido a fuertes cizalladuras de viento, Gabrielle no dura mucho y se disipa al poco tiempo de que iniciara la misión. En los próximos días, existen altas probabilidades de que Gabrielle vuelva a desarrollarse en una tormenta tropical. Otro vuelo ambiental se realiza en Septiembre 7-8 intentándose un segundo vuelo sobre-tormenta el 10 de Septiembre. Este tiene que ser abortado a poco tiempo después del despegue debido a fallas en uno de los sistemas de navegación. Los siguientes párrafos proveen resúmenes en breve sobre cada uno de estos vuelos.

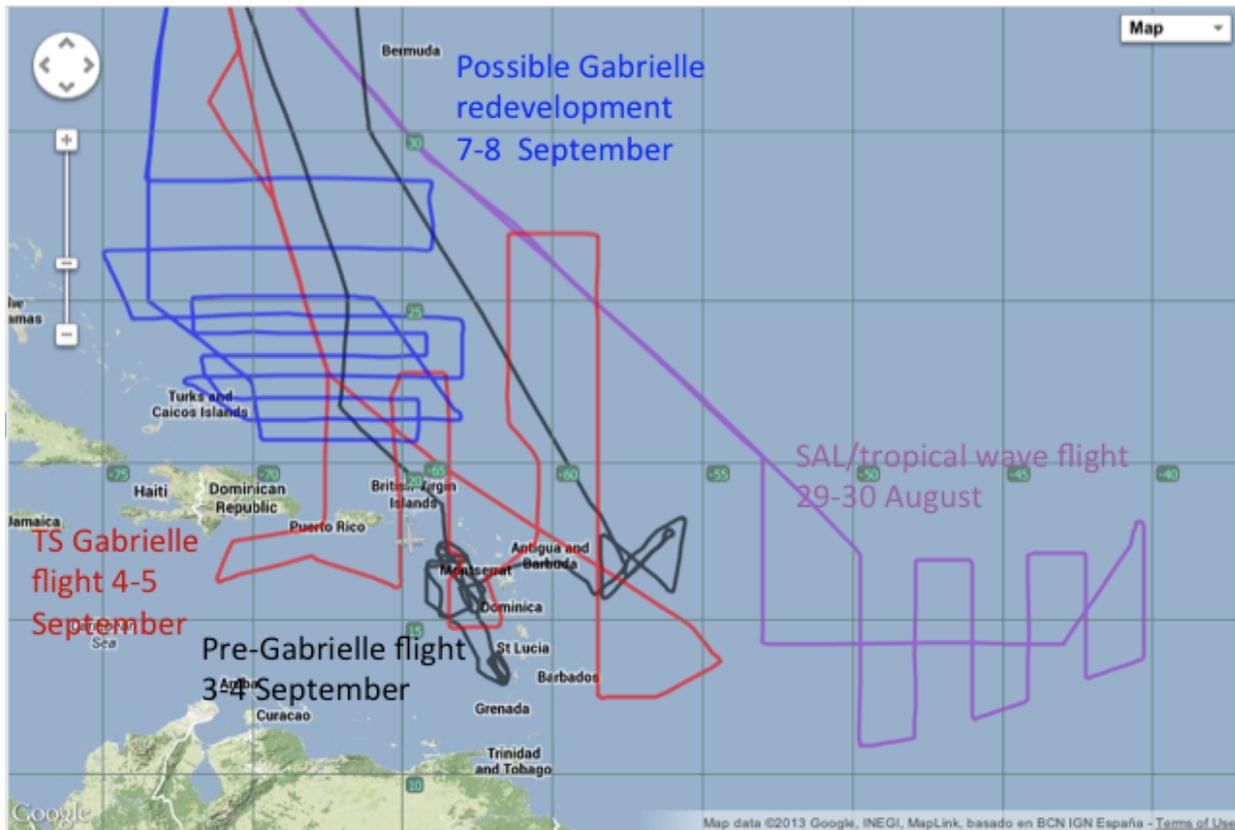


Figura 3-6. Vuelos de AV-6 y AV-1 investigan el ciclo de formación de la tormenta tropical Gabrielle.

3.3.1 Agosto 29-30

El objetivo de este vuelo es investigar el papel de SAL en la supresión de convecciones profundas y en el desarrollo de perturbaciones de sistemas tropicales. En un principio, como fue típico de la temporada en su totalidad, los modelos numéricos sugerían posibilidades para un desarrollo pero gradualmente las posibilidades disminuyeron. La circulación total es grande, con una circulación a nivel bajo en el lado sur del jet oriental africano y posiblemente una circulación de ciclón a medio nivel en el lado norte. La convección es un tanto activa en la región norte, pero la circulación ha estado arrastrando e injiriendo aire seco. Existe humedad considerable cerca al vórtice en el lado sur, pero la convección es demasiado débil. Imágenes infrarrojas de GOES y pronósticos de polvo GEOS-5 ilustran la inmensidad de la circulación de ciclones y la distribución de convecciones esparcidas principalmente en el sector este de la circulación. Los aires mas secos a medio nivel están en el tramo norte-sur del patrón de vuelo mientras que, cerca al centro de circulación, las humedades relativas llegan y exceden el 60%. La vorticidad a lo largo de ambos ejes del sistema, es relativamente débil, pero es un poco mas fuerte en el sistema oeste.

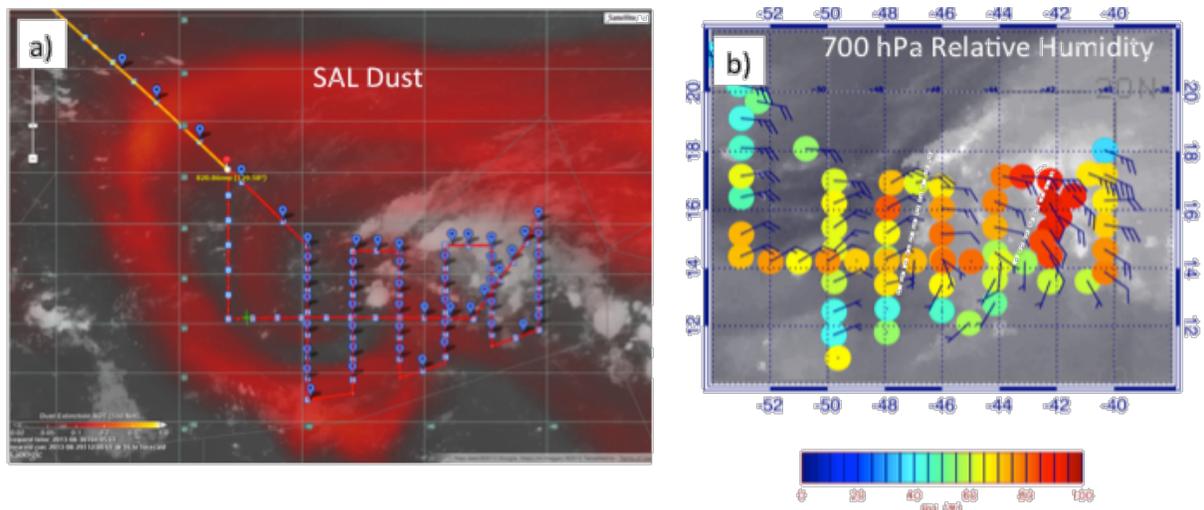


Figura 3-7. (a) Imágenes infrarrojas GOES indican organización convectiva. El color rojo indica la distribución de polvo sahariano pronosticado por el modelo global GEOS-5 con trayectoria de vuelo sobrepuesta. (b) Humedad relativa y barbas de viento derivadas de las radiosondas a 700hPa. Una barba completa de viento indica 5 m s^{-1} , media barba 2.5 m s^{-1} . Líneas blancas entrecortadas indican los ejes de las ondas tropicales.

3.3.2 Septiembre 3-4

El objetivo de este vuelo es estudiar la organización convectiva y su contribución al posible génesis de una perturbación. Es el primer vuelo sobre-tormenta en esta campaña, y aunque parte después de un vuelo ambiental anterior, es retrasado debido a problemas con la aeronave del vuelo ambiental. Las dos perturbaciones de onda aparentes en el vuelo del 29 de Agosto continúan su viaje al oeste y están mas organizadas que en días anteriores (Fig. 3-8a). Sin embargo, aun no esta claro cual de los dos sistemas se desarrollaría. Imágenes satelitales sugieren que ambas perturbaciones están en zonas de baja humedad en sus

partes superiores y ambas parecen tener suficiente protección de los aires secos. Las temperaturas de la superficie del mar están entre los 29° C y 30°C.

La recolección de datos empieza por el lado occidental de la convección, al oeste de las islas. Surgen numerosos retos durante este vuelo incluyendo nubes con toques de hasta 50,000 pies de altura que no permiten los 5,000 pies de espacio requerido entre la aeronave y las nubes. Además, la aeronave necesita mantenerse a una distancia de 15 millas náuticas de las islas, dificultando muchísimo las maniobras alrededor de la convección. Tal como se muestra en la Figura 3-8b, el área de convección profunda total es relativamente pequeña. La aeronave muestrea el movimiento tropical oriental durante la segunda fase del vuelo. Debido a la mayor altura alcanzada por la aeronave, esta puede alcanzar regiones de convección profunda permitiendo un patrón de vuelo mas organizado sobre la perturbación. Esta perturbación al este, parece mas grande y organizada que la del oeste, aunque algunas de las diferencias pueden ser debido a variaciones diurnas en convección. Durante el vuelo se determina que la aeronave esta consumiendo mas combustible que lo anticipado. La tripulación considera regresar a WFF pero debido a que no hay disponibilidad de un avión escolta esta noche, se decide continuar con el vuelo por el tiempo necesario para que el retorno coincidiese con el amanecer en WFF. El GH aterriza en WFF sin necesidad de avión escolta.

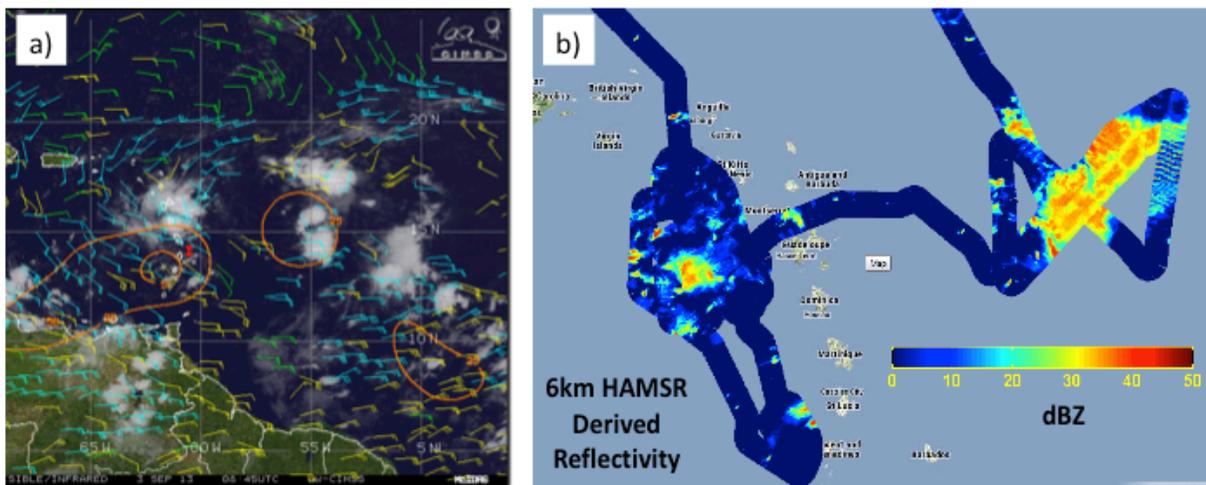


Figura 3-8. (a) Imágenes infrarrojas GOES con características de vientos a las 0845 UTC, Septiembre 3. Contornos anaranjados son de vorticidad 850hPa (b) Reflectividad de radar derivada de HAMSRS a 6Km de altitud del vuelo del 3-4 Septiembre.

3.3.3 Septiembre 4-5

Al continuar después del vuelo sobre-tormenta del día anterior, este vuelo ambiental realiza la primera serie continua de vuelos del Global Hawk. Al igual que el día anterior, imágenes satelitales indican que ambas perturbaciones están en una región de bastante humedad a bajo nivel con suficiente protección del aire seco a medio nivel. La mañana del vuelo, nueva convección brota en la perturbación occidental con núcleos múltiples extendiéndose de oeste a este entre 17° N - 18° N (Fig. 3-9) en la región al sur de Puerto

Rico. Cizalladuras de viento del sur asociadas con un anticiclón superior son evidentes en los núcleos. También, una nueva convección cerca de 65° O es un factor dominante observado durante el despegue. Antes de llegar al área de investigación, al sur de Puerto Rico, la perturbación occidental se convierte en la tormenta tropical Gabrielle. Debido a las islas y a restricciones en el espacio aéreo de Venezuela hay poco espacio para maniobrar alrededor de Gabrielle y como resultado, las observaciones se limitan por el norte a la región al norte de Puerto Rico y al Este y Oeste de Gabrielle en el Sur. Esta ultima parte del vuelo se enfoca en la perturbación oriental con convección mas prominente y la cual se asocia con una salida significante en su nivel superior.

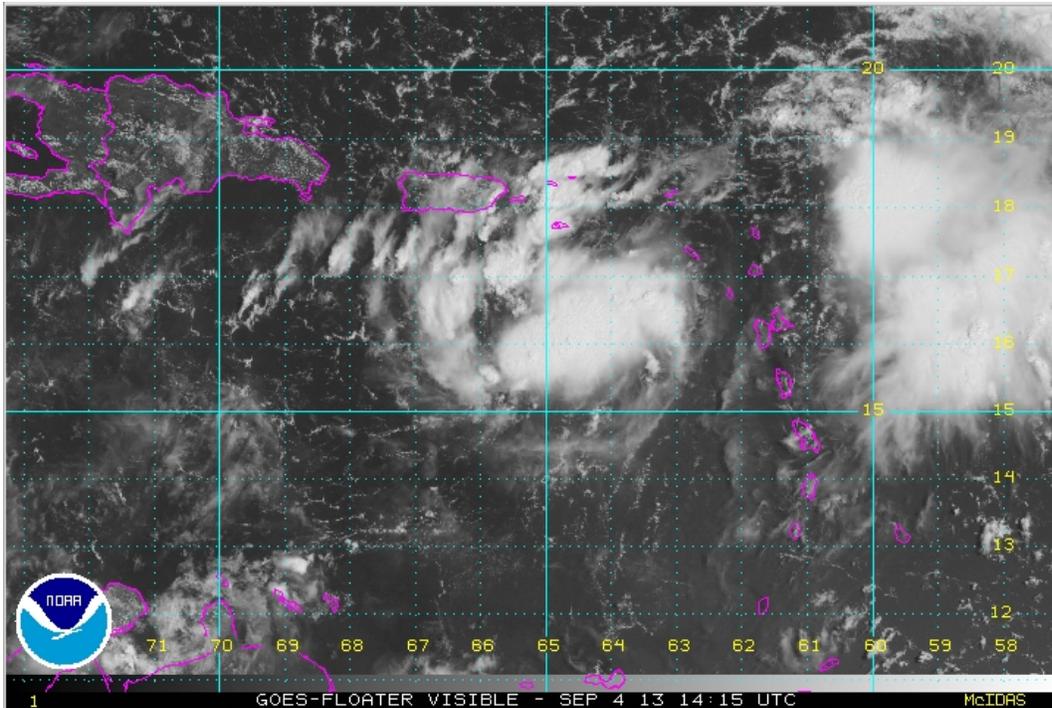


Figura 3-9. Imagen visible de GOES del 1415 UTC, Septiembre 4.

Como con todos los vuelos ambientales, los datos de las radiosondas son procesados en tiempo real y puestos a la disponibilidad a agencias en operación a través del Sistema Global de Telecomunicaciones. Los datos son usados regularmente por el Centro Nacional de Huracanes (NHC). Un ejemplo de su uso en discusiones del tiempo se muestra a continuación (traducida):

TORMENTA TROPICAL GABRIELLE DISCUSION NUMERO 2
 NWS CENTRO NACIONAL DE HURACANES MIAMI FL AL072013
 1100 PM AST MIER SEP 04 2013

DATOS DE RADIOSONDA DE LA AERONAVE GLOBAL HAWK DE LA NASA INDICAN QUE LA CIRCULACION DE GABRIELLE SE INCLINA HACIA EL NORESTE CON ALTURA... CON CIRCULACION A MEDIO-NIVEL VISTA EN LOS DATOS DEL RADAR WSR-88D DE SAN JUAN. ESTA ESTRUCTURA INCLINADA ES CONSISTENTE CON CIZALLADURAS VERTICALES CON DIRECCION SUR A SURESTE DE 5 A 10 KNTS MOSTRADAS SOBRE EL CICLON POR LA UW-CIMMS Y ANALISIS DE MODELOS EN BARCOS. ADEMÁS... LOS

DATOS DE RADIOSONDA INDICABAN AIRE SECO EN LOS NIVELES MEDIOS DE LA ATMOSFERA ALREDEDOR DE GABRIELLE. DEBIDO A TAL AMBIENTE... AL ESTADO ALGO DESORGANIZADO DE LA CIRCULACION... POSIBLE INTERACCION CON TIERRA... Y A LA PRESENCIA DE UNA AREA GRANDE DE CLIMA AGITADO AL NORESTE DE GABRIELLE... NO SE ESPERA MUCHA INTENSIFICACION A CORTO PLAZO.

EL CENTRO DEL NIVEL BAJO HA SIDO DIFICIL DE UBICAR... PERO DATOS DE LAS SONDAS DEL GLOBAL HAWK INDICAN QUE SE MANTIENE AL SUROESTE DEL CENTRO A NIVEL MEDIO VISTO EN LAS IMÁGENES DE RADAR....

Datos de la radiosondas son sobrepuestos a imágenes infrarrojas de GOES en la Fig. 3-10. A 850hPa, la circulación a nivel bajo asociada a Gabrielle se observa justo al sur de Puerto Rico, con vientos casi calmados al sur del centro de la tormenta. Al norte de los 17° N, los vientos son principalmente del este con humedades relativas excediendo el 70% en la mayoría de lugares. A 600hPa, los vientos del este son mas débiles, resultando en cizalladuras de viento a nivel bajo bastante fuertes. Aires secos son observados bastante al norte y envolviendo el lado oeste del centro de la tormenta. También se observa aire seco al sur-sureste el cual es asociado a una capa de aire sahariano que se aproxima.

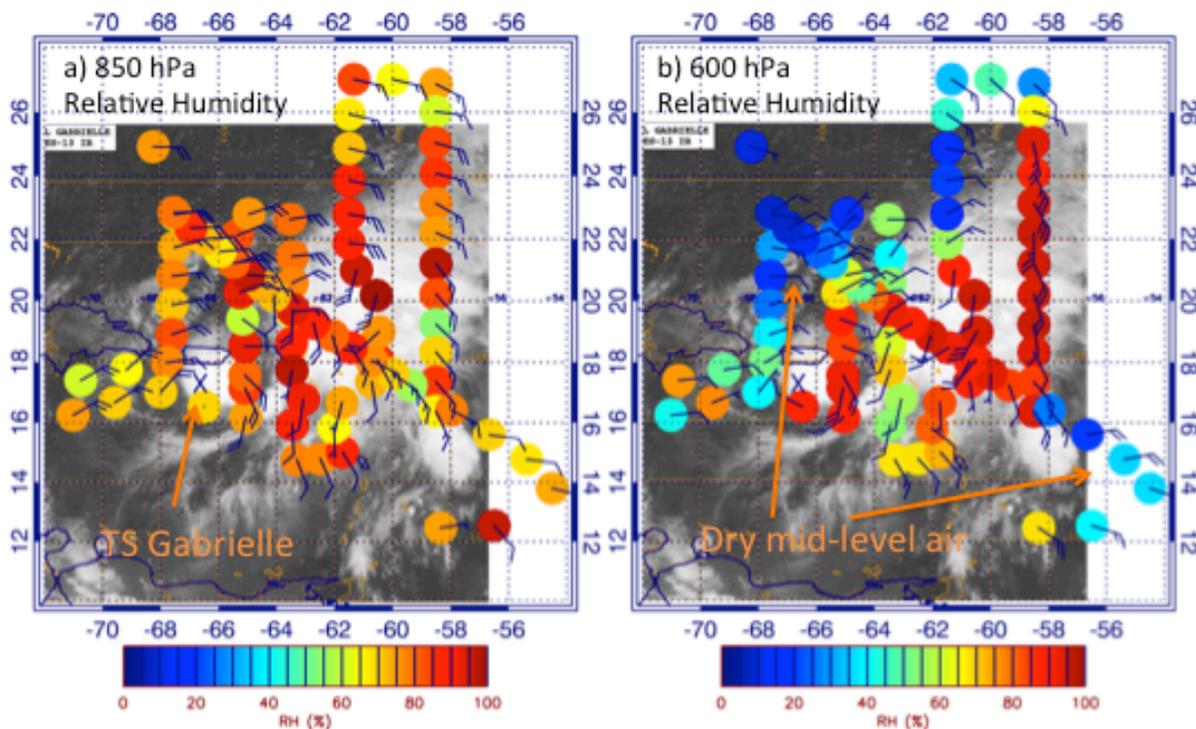


Figura 3-10. Derivado de Radiosondas (a) 850hPa y (b) 600hPa humedad relativa y barbas de viento. La "X", justo al sur de Puerto Rico indica el centro. aproximado

A como el centro cercano a la superficie se mueve hacia el oeste de Puerto Rico, y el centro a medio nivel se mueve hacia el este, las fuertes cizalladuras de viento a bajo nivel finalmente causan la rápida disipación de Gabrielle. La tormenta es rápidamente degradada a post-tropical, pero aun, las condiciones indican que todavía puede ser posible un re-desarrollo en los días siguientes.

3.3.4 Septiembre 7-8

Esta misión ambiental es una continuación de las series continuas de vuelos y se enfoca en evaluar la favorabilidad del medio ambiente para un redesarrollo de la tormenta tropical Gabrielle, la cual se forma y luego disipa durante el vuelo de AV-6 en Septiembre 4-5. Mientras tanto el NHC da a una perturbación al noreste de la República Dominicana un 10% de posibilidades de formación a 48 horas; y 40% a 5 días,.

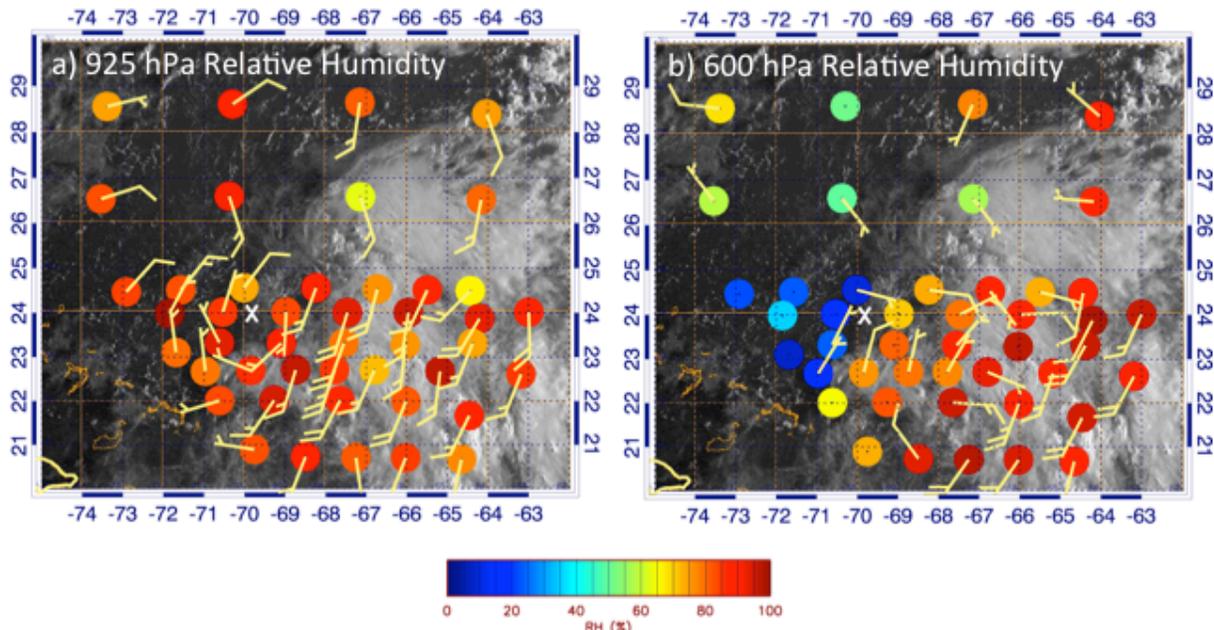


Figura 3-11. Derivado de Radiosondas (a) 925hPa y (b) 600hPa humedad relativa y barbas de viento del vuelo de Septiembre 7-8. La "X" indica aproximadamente el centro en la superficie.

La Fig. 3-11 presenta datos de radiosondas sobre imágenes visibles GOES. A 925hPa, altas humedades relativas estaban presentes en una circulación bien definida (Fig. 3-11a). La convección está bastante al este del centro, indicando una presencia continua de fuertes cizalladuras de viento del oeste. A 600hPa el centro está dislocado casi 300Km al sureste, con una región prominente de aire seco por encima y al oeste del centro del nivel bajo de la tormenta, manteniendo así condiciones poco favorables para un redesarrollo.

3.3.5 Septiembre 10

Este día, el cual coincide con la rueda de prensa de HS3, tiene como objetivo sobrevolar el GH sobre-tormenta para estudiar la precipitación y estructura de vientos en la re-desarrollada tormenta tropical Gabrielle. Sin embargo, a poco tiempo del despegue, una de las unidades de navegación falla y la aeronave tiene que regresar a Wallops, permaneciendo cuatro días fuera de servicio mientras se hacen las reparaciones y el mantenimiento.

3.4 Huracán Ingrid (Septiembre 15-16)

A partir del 11 de Septiembre HS3 se enfoca en el posible desarrollo de una tormenta

tropical en el Golfo de México. A como las posibilidades de un génesis crecen, HS3 planea un vuelo ambiental a la perturbación que el 13 de Septiembre se convertiría en la tormenta tropical Ingrid. Sin embargo, mientras el avión está en la pista de despegue, se detecta una falla en uno de los generadores de corriente directa y el vuelo es cancelado. El GH sobre-tormenta vuelve a estar operativo el 15 de Septiembre llevando a cabo una misión al ya entonces Huracán Ingrid para estudiar la precipitación y estructura de vientos. En ese momento Ingrid es ya un huracán de categoría 1 con intensidad de 37ms^{-1} (75kts), presión central de 986hPa, y moviéndose en dirección noreste a 3ms^{-1} (6kts). La trayectoria pronosticada para la tormenta (Fig. 3-12) indica que la tormenta giraría hacia el oeste y para luego tocar tierra en México.

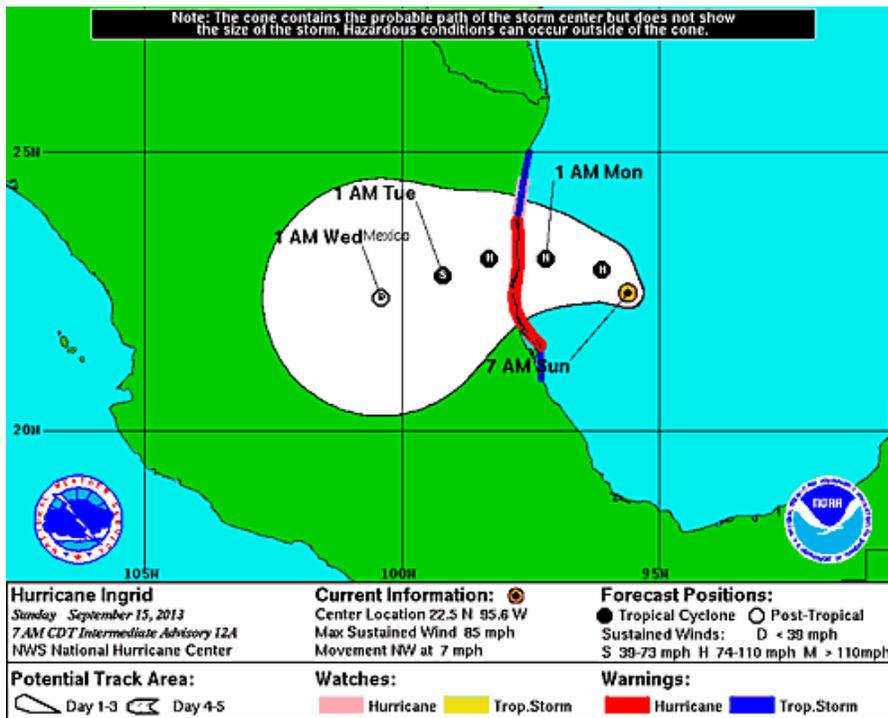


Figura 3-12. Trayectoria del Centro Nacional de Huracanes para el Huracán Ingrid a las 12UTC, Septiembre 15.

Las regulaciones de vuelo requieren de un mínimo de 5,000 pies de despeje entre la aeronave y la parte superior de las nubes. Cuando el GH sobre-tormenta llegó a Ingrid encuentra una región amplia de nubes con topes de mas de 50,000 pies y a veces extendiéndose hasta los 56,000 pies. Durante la campaña 2013 se descubre que la aeronave sobre-tormenta no puede subir tan rápido como la aeronave ambiental, de unos 1,500 a 2,000 pies mas bajo dando como resultado que tales nubes de convección profunda no puedan ser sobrevolados hasta mas tarde en la misión. Al llegar a Ingrid, los topes de las nubes llegan a exceder la altura de vuelo de la aeronave (Fig. 3-13), la cual circunnavega la tormenta en sentido contrarreloj empezando en el lado Norte. Al completar la vuelta los topes de las nubes se han dividido en dos regiones de nubes altas y la aeronave gira hacia el sur para obtener mediciones sobre el núcleo de la tormenta (Fig. 3-14). A como la aeronave avanza al sur, sobrevuela el lado este del ojo de Ingrid. Los pilotos reportan que la temperatura del combustible esta aproximando el punto de congelamiento por lo que se

redirige la aeronave hacia el Norte a temperaturas atmosféricas mas altas. Aun después de llegar al lado Norte y luego de haber girado hacia el Este en busca de aire mas cálido, las temperaturas siguen demasiado bajas por lo que la aeronave tiene que regresar a la base.

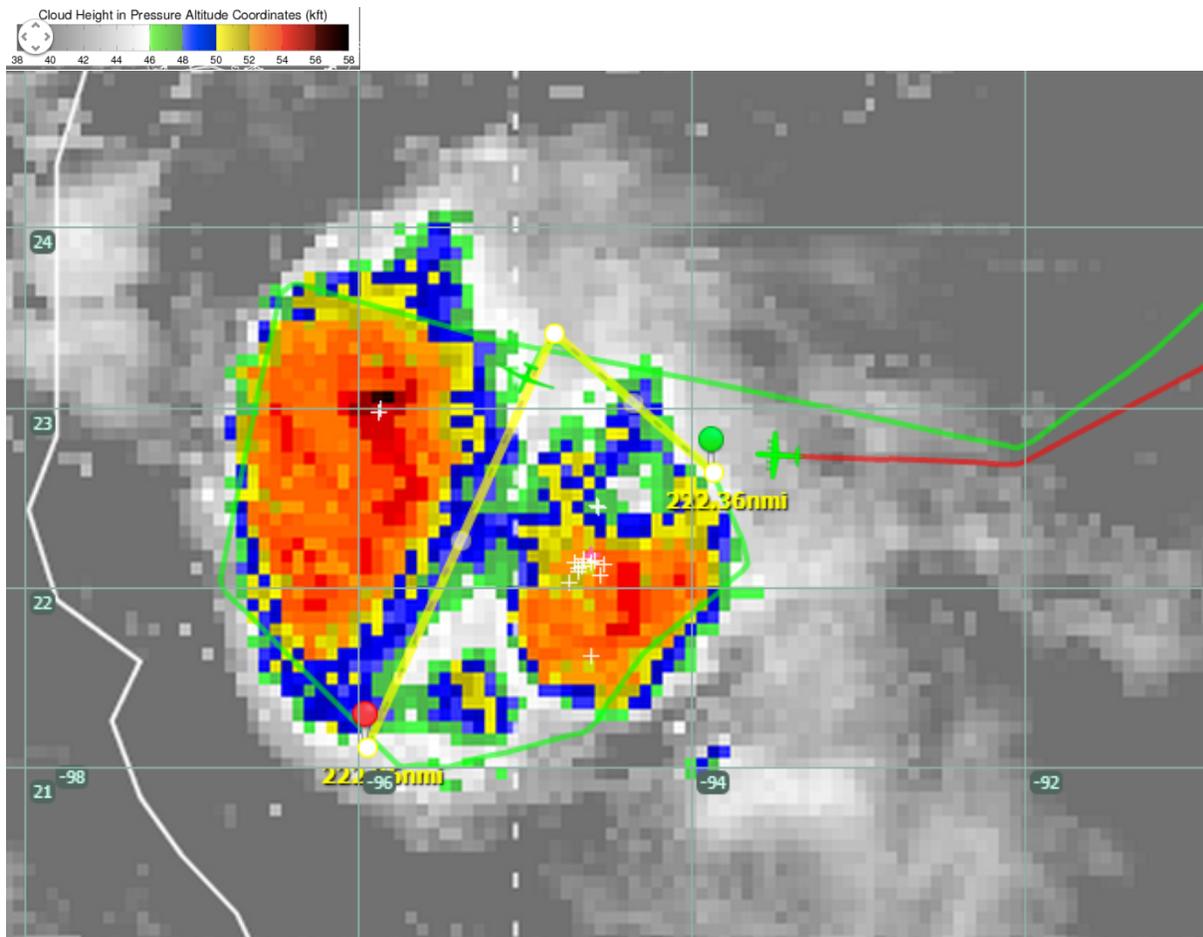


Figura 3-13. Altura de nubes (estimados) del Huracán Ingrid. Sitios de relámpagos reportados por estaciones en tierra son indicados con el símbolo "+".GOES del Instituto Cooperativo para Estudios Meteorológicos Satelitales (CIMSS) (Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies.)

HAMSr Total Precip. Water & Derived "Reflectivity"

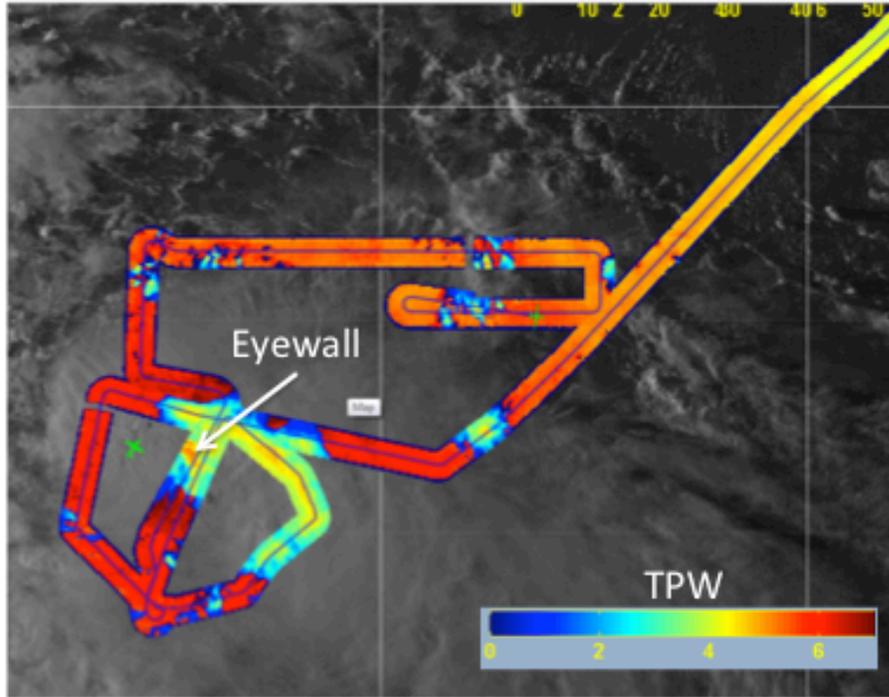


Figura 3-14. Derivado de HAMSr: reflectividad de radar para el vuelo del 15 de Septiembre. También se indica la pared oriental del ojo del huracán Ingrid.

Durante el transito de regreso a la base, la aeronave dedica tiempo a muestrear convecciones en dos distintas regiones. La primera región al sur del Asa de la Florida (Fig. 3-15^a) y la segunda al sureste de Carolina del Norte (Fig. 3-15^b).

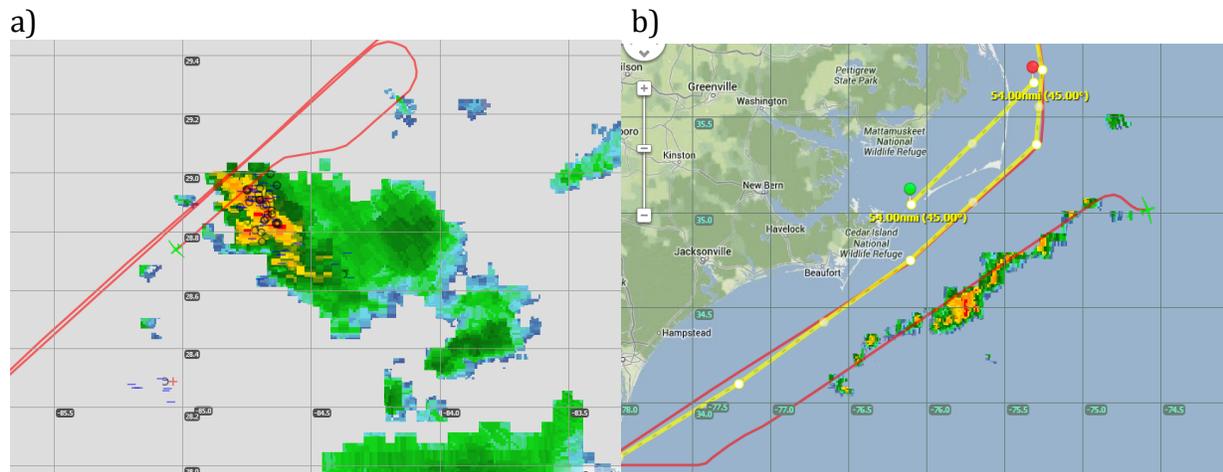


Figura 3-15. Reflectividad de radar de la red de radares de la costa de (a) un sistema de convección al sur del Asa de la Florida y (b) una banda de lluvia frontal a sur del Cabo Hatteras, Carolina del Norte.

3.5 Tormenta Tropical Humberto

3.5.1 Septiembre 16-17

El Huracán Humberto se forma el 8 de Septiembre, cerca a las costas del África y se mueve lentamente hacia el oeste. Su posición, al Este de 30° W, lo pone justo fuera del alcance del Global Hawk. La tormenta vira hacia el Norte el 11 de Septiembre sobre temperaturas de superficie mucho mas frías y eventualmente se disipa antes de ponerse al alcance de las aeronaves. Los modelos de pronósticos sugieren que la tormenta podría redesarrollarse una vez que girara al oeste, por lo que es monitoreada continuamente para determinar la mejor oportunidad de vuelo. Después del vuelo sobre-tormenta del 15-16 de Septiembre al Huracán Ingrid, se planea y ejecuta una misión ambiental para el redesarrollo de Humberto en el Atlántico central llevando acabo segunda serie de vuelos seguidos de HS3. Contrariamente a la primera serie de vuelos seguidos, esta tuvo dos objetivos diferentes.

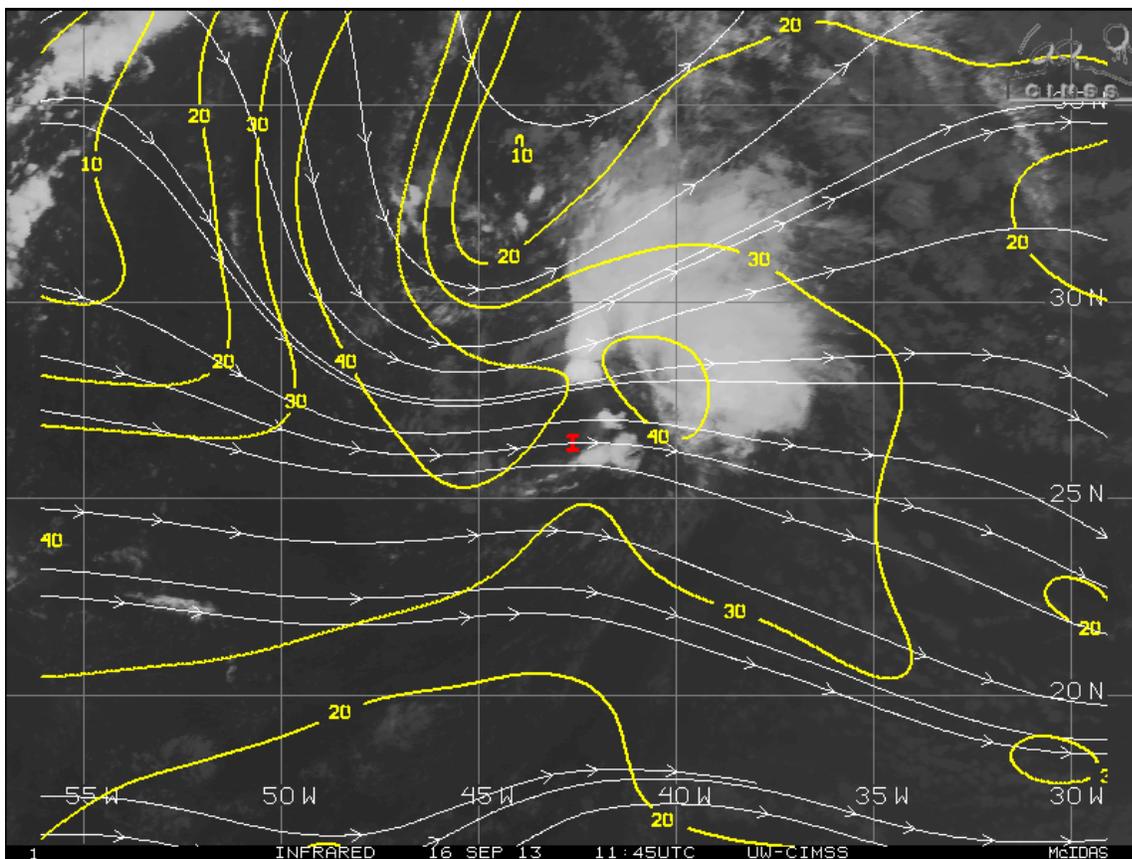


Figura 3-16. Imagen infraroja GOES y cizalladuras de viento verticales de capas profundas a las 1145 UTC Septiembre 16 durante el redesarrollo de la tormenta tropical Humberto.

La mañana del vuelo, el NHC da un 80% de posibilidades de que Humberto se redesarrollara en los siguientes 2 días, y un 90% en los siguientes 5. Sin embargo al poco tiempo, la perturbación vuelve a elevarse a Tormenta Tropical. Las cizalladuras de vientos verticales son bastante fuertes y el desarrollo convectivo bastante asimétrico con la convección localizada principalmente al lado este de la tormenta (Fig. 3-16). Datos de

radiosondas (Fig. 3-17) indican el carácter híbrido de la tormenta tropical con los niveles bajos semejantes a una perturbación tropical de núcleo cálido, mientras que las partes superiores se caracterizan por un núcleo frío y bajo. Temperaturas a 800hPa (Fig. 3-17a), indican un núcleo cálido alineado con el centro de la tormenta y con vientos fuertes hacia el lado Este. A los 400hPa (Fig. 3-17b), se encuentra aire frío dentro y hacia el lado Oeste de la parte superior del ciclón. El núcleo superior frío esta asociado a una inmersión en la tropopausa –a unos 300hPa hacia el centro (Fig. 3-17c) y a 200hPa cerca al Este (Fig. 3-17d). Durante el vuelo, la convección está principalmente en los lados este y norte.

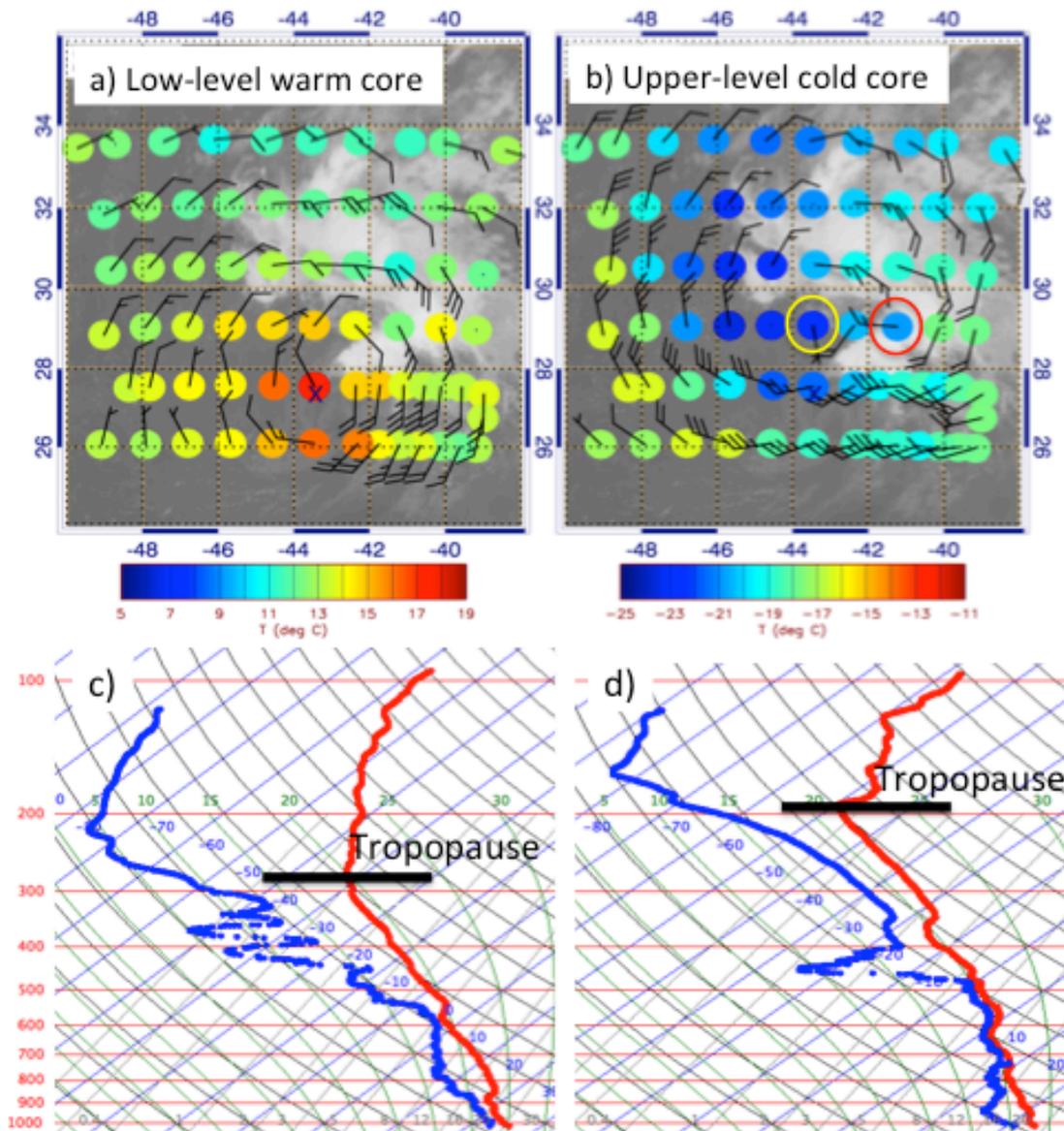


Figura 3-17. Derivado de Radiosondas (a) 800hPa and (b) 600hPa temperatura y barbas de viento. La "X" indica aproximadamente el centro sobre la superficie. (c, d) Oblicuidad-T, sondeos log-p en los lugares indicados en (b), con (c) correspondiendo al círculo amarillo, (d) al círculo rojo.

3.5.2 Septiembre 17

El 17 de Septiembre Humberto permanecía como una tormenta tropical débil bajo altas cizalladuras de vientos verticales (Fig. 3-18), con la convección mas fuerte en el lado Este pero envolviendo el lado Oeste. El GH sobre-tormenta despegó en lo que hubiera sido la primera serie de vuelos seguidos de los GH y con el objetivo de muestrear la estructura convectiva. Sin embargo, a 105 minutos de vuelo, uno de los sistemas de navegación volvió fallar requiriendo un retorno a la base antes de que se haya obtenido algún dato.

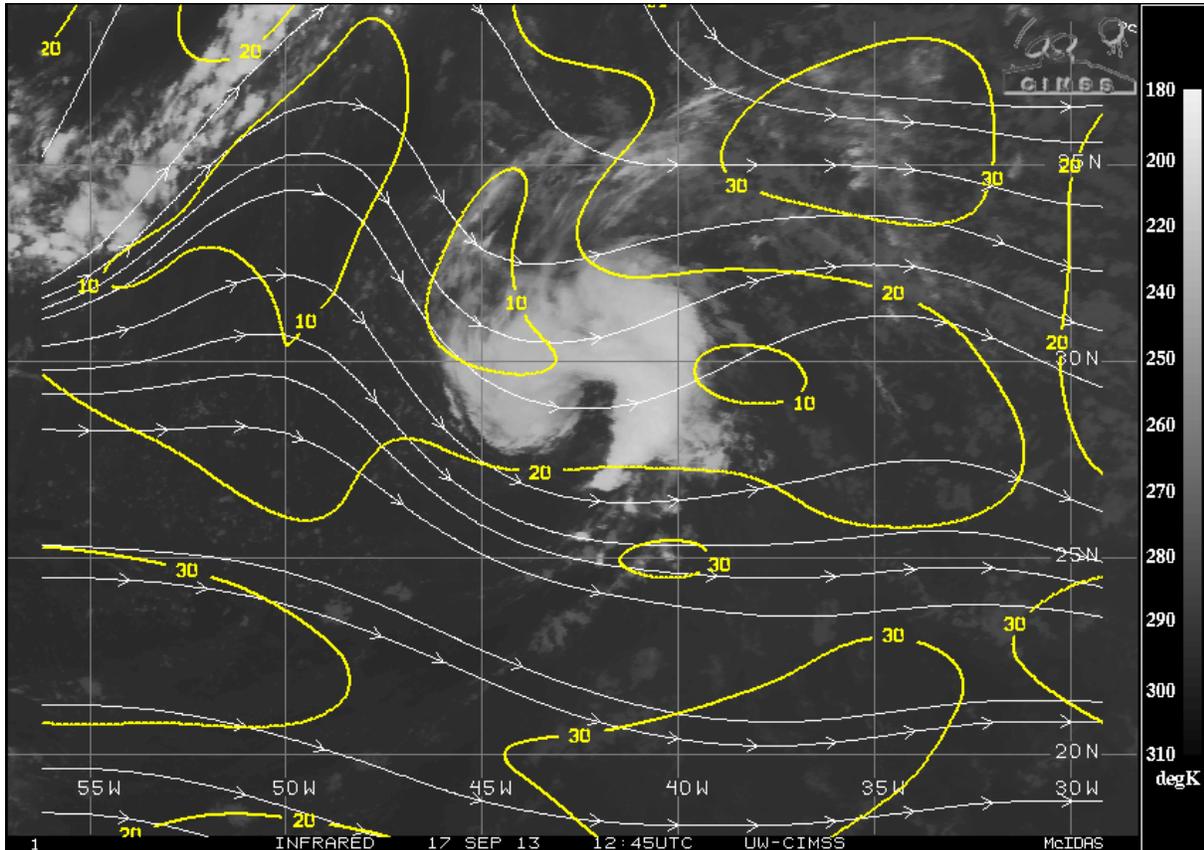


Figure 3-18. Tormenta tropical Humberto. Imagen infrarroja GOES y capas profundas de cizalladuras de vientos verticales a las 1245 UTC Septiembre 17.

3.6 Septiembre 19-20: Invest 95L

Con Humberto a punto de someterse a una transición extra-tropical y disiparse rápidamente, HS3 volvió a enfocarse en el Golfo de México en una nueva perturbación con altas probabilidades de un génesis. La mañana del vuelo, el NHC dio a Invest95L un 70% de posibilidades de formación en las siguientes 48 horas y 80% en los siguientes 5 días (Fig. 3-19). Vuelos de reconocimiento de la Fuerza Aerea y de NOAA decidieron abstenerse de volar a esta tormenta lo cual dejó al GH ambiental como la única misión a esta perturbación.

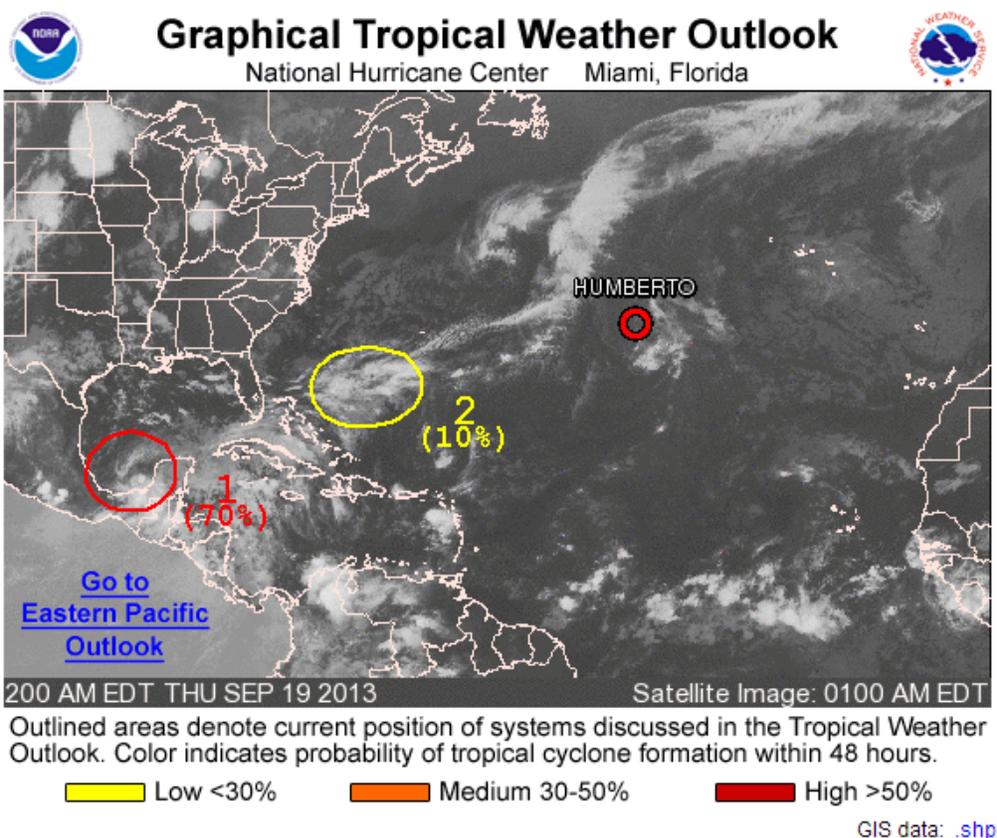


Figura 3-19. Pronostico tropical de génesis el 19 de Septiembre. NHC.

La discusión en NHC acerca del Golfo De México dice lo siguiente (traducido):

1. UN SISTEMA DE BAJA PRESION LOCALIZADO SOBRE EL SUROESTE DEL GOLFO DE MEXICO ESTA PRODUCIENDO CHUBASCOS DESORGANIZADOS Y TORMENTAS ELECTRICAS. CONDICIONES PARECEN APROPIADAS PARA LA FORMACION DE UNA DEPRESION TROPICAL DURANTE LOS PROXIMOS UNO O DOS DIAS... Y UN AVION CAZA-HURACANES DE LA RESERVA DE LA FUERZA AEREA ESTA PROGRAMADO ARA INVESTIGAR EL BAJO ESTA TARDE... SI ES NECESARIO. EL SISTEMA TIENE 70%... DE CONVERTIRSE EN UN CICLON TROPICAL DURANTE LAS PROXIMAS 48 HORAS MIENTRAS SE DESPLAZA AL OESTE-NOROESTE A UNAS 5MPH... Y UNA ALTA POSIBILIDAD... 80%... DE CONVERTIRSE EN UN CICLON TROPICAL DURANTE LOS PROXIMOS 5 DIAS. ESTA PERTURBACION PROBABLEMENTE TRAERA FUERTES LLUVIAS SOBRE REGIONES AL ESTE Y SUR DE MEXICO Y PODRIA CAUSAR PELIGROSAS INUNDACIONES Y AVALANCHAS DE LODO SOBRE AREAS QUE YA HAN SIDO AFETADAS POR LLUVIAS TORRENCIALES DURANTE LOS ULTIMOS DIAS.

La misión ambiental lanza una red extensa de radiosondas para mapear completamente la tormenta y su ambiente. El mayor numero posible de radiosondas, 88, son lanzadas durante el vuelo, un numero record. Una vez en posición, es claro que la convección estaba siendo suprimida y que el desarrollo era improbable. Las radiosondas indican áreas de vientos en la superficie (Fig. 3-20) de circulación cerrada con vientos de 12-15m s⁻¹ (25-30knt) en el lado norte de la tormenta. Debido a los vientos del Oeste al sur del centro de la tormenta, fue inesperado que la tormenta no sea declarada por el NHC, por lo menos, como una depresión tropical.

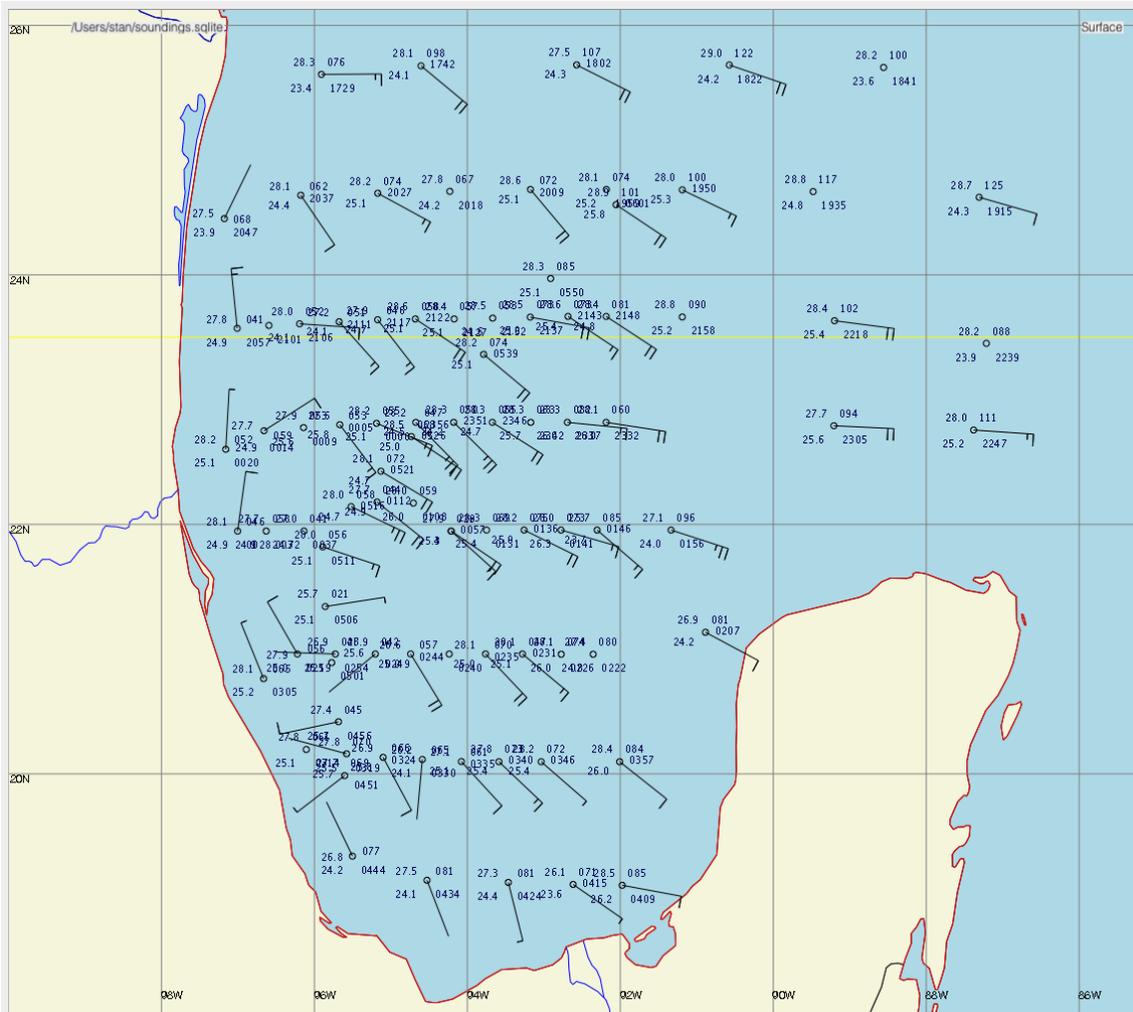


Figura 3-20. Radiosondas: Análisis de los vientos de la superficie. Una barba de viento completa indica, 5 m s^{-1} , media barba 2.5 m s^{-1} . Los datos sugieren una circulación cerrada con un centro cerca de 21.0°N , 95.8°O .

Datos para este vuelo indican condiciones húmedas cerca de la superficie (Fig. 3-21b) y una circulación ciclónica de bajo nivel bien definida. A 400 hPa (Fig. 3-21a) vientos del Este están sobre la tormenta en condiciones bastante secas. Un sondeo cerca al centro de la tormenta (Fig. 3-21c) indica condiciones húmedas hasta los 450 hPa , topado en alto por condiciones bastante secas. Los perfiles de temperatura en el aire más seco sugieren tres capas de distintos hundimientos con ligeras inversiones cerca de la base de cada capa. Los resultados sugieren un significativo hundimiento a gran escala en los niveles medio a superior los cuales pueden haber estado suprimiendo un desarrollo de convección profunda y por lo tanto el desarrollo de la tormenta.

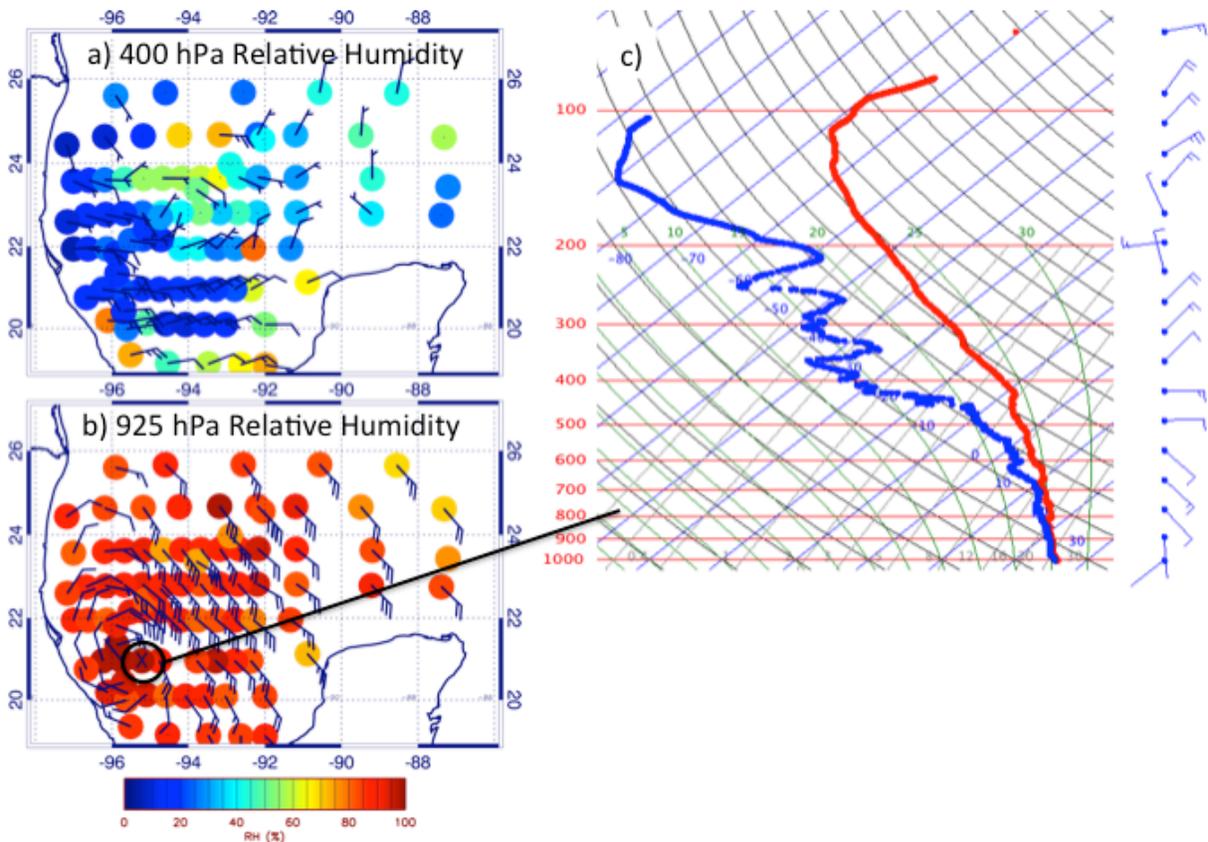


Figura 3-21. Derivado de Radiosondas (a) 400hPa y (b) 925hPa humedad relativa y barbas de viento. La "X" indica la posición aproximada del centro en la superficie. (c) Sondeo cerca al centro de la tormenta, oblicuidad-T, log-p s.

4.0 Logros de la Misión en el 2013

Las operaciones del GHS3 incluyen el primer desplazamiento de ambos Global Hawks en una sola misión, el uso por primera vez del Centro de Operaciones Global Hawk de Wallops (conocido como GHOC Este), y se comprueba por primera vez que es posible realizar series de vuelos continuos. Toda la instrumentación científica trabaja extremadamente bien y HS3 marca un record en el numero de radiosondas lanzadas durante un solo vuelo, 88, con un total de 439 radiosondas durante la misión entera. HS3 voló aproximadamente 273 horas.